

# IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA ROBOT PENJEJAK DINDING

Nuril Esti Khomariah<sup>1</sup>, Imru'ul Qais<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jl. Semolowaru no. 45 Surabaya 60118

<sup>1</sup>nuril@untag-sby.ac.id, <sup>2</sup>qaiscjdw@gmail.com

## **Abstract**

*Designing and implementing artificial intelligence for mobile robots is not easy, but with the development of technology, many methods can be used to support the creation of artificial intelligence. The type of control is also very diverse, depending on the object to be created. One of the technologies that can be used to combine these capabilities is fuzzy logic. In this research, the logic control design is implemented in the wall follower car robot. wall follower car robot. Logic control for making movement decisions that combines some input data with the ability, with this technical decision making technique, the wall follower robot can have the ability to move along a stable wall. This study aims to produce a fuzzy logic design that can be implemented in a car wall follower robot. Implemented in the wall follower car robot so that when the car robot moves it can navigate the wall stably. The final result of this research is a control logic control logic design that can be implemented in a wall follower robot car which is made using the wall follower algorithm and Sugeno's fuzzy logic to make decisions on the control of the robot car wheels so that when the robot car moves along the wall, the robot car can adjust its distance to the wall. the robot car can adjust the distance to the wall to keep it constant.*

**Keywords:** Fuzzy, Robot Wall Follower, Car, Mikrokontroler.

## **Abstrak**

*Merancang dan mengimplementasikan kecerdasan buatan untuk robot mobil tidaklah mudah, tetapi dengan perkembangan teknologi, banyak metode yang dapat digunakan untuk mendukung penciptaan kecerdasan buatan. Jenis kontrolnya pun sangat beragam, tergantung dari objek yang akan dibuat. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menggabungkan kemampuan tersebut adalah logika fuzzy. Pada penelitian ini, desain kontrol logika diimplementasikan pada robot mobil wall follower. robot mobil wall follower. Kendali logika untuk melakukan pengambilan keputusan gerakan yang menggabungkan beberapa data masukan dengan kemampuan, dengan teknik pengambilan keputusan teknik tersebut, robot wall follower dapat memiliki kemampuan untuk bergerak sepanjang dinding stabil. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan logika fuzzy yang dapat diimplementasikan pada robot wall follower mobil. Diimplementasikan pada robot mobil wall follower sehingga pada saat robot mobil tersebut bergerak dapat menavigasi dinding dengan stabil. Hasil akhir dari penelitian ini adalah sebuah desain logika kontrol kontrol logika yang dapat diimplementasikan pada mobil robot wall follower yang dibuat menggunakan algoritma follower dinding dan logika fuzzy Sugeno untuk mengambil keputusan pada kendali roda mobil robot roda mobil robot sehingga pada saat mobil robot bergerak menyusuri dinding, mobil robot dapat*

*menyesuaikan jaraknya dengan dinding. mobil robot dapat mengatur jarak ke dinding agar tetap konstan.*

**Kata kunci:** *Fuzzy, Robot Wall Follower, Mobil, Mikrokontroler.*

## 1. PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan merupakan bidang ilmu yang baru berkembang pada tahun 90-an dan aplikasinya banyak diterapkan dalam berbagai bidang, mulai dari games, komputer, sistem kontrol cerdas, robotik, sistem pakar. Pada bidang robotik, kecerdasan banyak diaplikasikan pada robot-robot tertentu dengan keistimewaan yang khusus dan berkaitan erat dengan kebutuhan dalam bidang industri modern yang menuntut adanya suatu instrumen dengan kemampuan yang tinggi serta dapat membantu menyelesaikan pekerjaan manusia atau untuk menyelesaikan pekerjaan yang tidak mampu diselesaikan oleh manusia.

Pada saat ini pesatnya perkembangan ilmu dan teknologi di bidang robotika [1]–[3] mengalami tahap yang signifikan. Hal ini dirasakan dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat, terutama di bidang rekayasa teknologi baik hardware maupun software. Perkembangan teknologi ini tentunya didasari karena pada saat ini dianggap banyak terjadi permasalahan-permasalahan, dimana dinilai beresiko tinggi dan membutuhkan ketelitian lebih atau konsistensi yang tidak mungkin dilakukan oleh tenaga manusia [4]. Dengan bantuan robot dalam menjalankan pekerjaan manusia, maka resiko yang diterima manusia bisa dikurangi dan mendapatkan kualitas yang lebih baik serta lebih efisien, Akan tetapi robot diciptakan bukan untuk menggantikan manusia sepenuhnya karena walau bagaimanapun ada pekerjaan-pekerjaan tertentu yang tidak dapat digantikan dan diselesaikan oleh robot tanpa bantuan manusia dan begitu pula sebaliknya [5].

Salah satu robot yang belakangan ini banyak menarik minat para ahli untuk dikembangkannya adalah mobile robot. Menurut [6] mobile robot merupakan robot yang dapat berpindah dari tempatnya menuju tempat lain [7], [8]. Mobile robot mempunyai fungsi makhluk hidup yang dapat berpindah, jenis robot ini biasanya diciptakan untuk berbagai keperluan, seperti mengangkut barang secara otomatis, melakukan perjalanan atau pemantauan ke tempat-tempat berbahaya, sebagai alat hiburan (robotainment) atau mainan.

Mobile robot merupakan robot yang dapat bergerak atau berpindah tempat dengan menggunakan roda atau tiruan bentuk kaki. Pada bagian penggerak robot menggunakan empat atau dua buah motor sebagai penggerakannya. Pada penggerak dengan roda akan memberika kecepatan dalam melintasi bidang yang rata. Robot Wall Follower (RWF) [9], [10] merupakan salah satu jenis dari mobile robot yang bergerak secara mandiri mengikuti dinding [4]. Robot ini termasuk jenis robot beroda yang memiliki sensor untuk mendeteksi suatu dinding tertentu kemudian bergerak menelusuri dinding tersebut, dengan demikian robot wall follower harus dapat memahami dengan baik keberadaan lingkungan tempat robot berada dan harus memberikan respon terhadap keberadaan lingkungannya dengan baik [4]. Adapun bentuk respon yang akan dibangun terhadap lingkungannya adalah berupa gerak lurus, belok kiri atau belok kanan dengan lingkungan yang dimaksud adalah keberadaan objek (dalam hal ini dinding) yang terdeteksi oleh sensor [11], [12] yang dipasang pada robot.

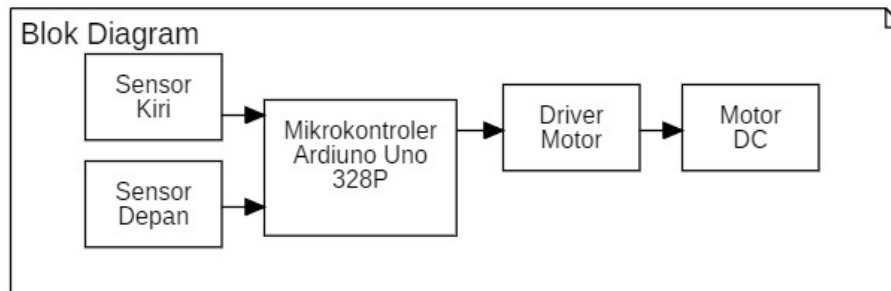
Pada penulisan ini penulis akan mencoba untuk mengimplementasikan fuzzy logic [13]–[15] untuk membantu memberikan sebuah nilai terapan pada sensor dan motor dalam menentukan pengukuran jarak yang ditangkap oleh sensor robot serta hasil dari metode fuzzy logic [1], [16]–[18] berupa pengaturan kecepatan motor dc yang akan mempengaruhi manuver dari robot yang dibuat dengan menggunakan metode wall follower kiri atau kanan [5].

Penelitian tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Wall Follower Robot Menggunakan Metode Fuzzy Logic” akan memfokuskan pada bagaimana cara merancang dan membuat robot dengan bantuan fuzzy logic.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Perancangan Perangkat Keras (*hardware*)

Pada sub ini akan membahas mengenai perancangan hardware robot yakni diagram blok seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 berikut.



**Gambar 1. Diagram Blok Perancangan *Hardware***

Dari diagram blok diatas terlihat beberapa hardware yang digunakan untuk perancangan dari robot wall follower. Berikut merupakan penjabaran fungsi dari masing-masing komponen.

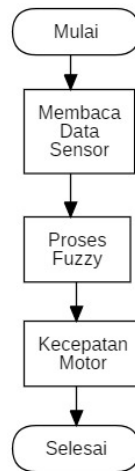
1. Mikrokontroler Arduino Uno 328P  
Befungsi untuk mengontrol kerja dari masing-masing *hardware* yang digunakan, sistem kontrol sendiri menggunakan sistem kendali *fuzzy*.
2. Sensor  
Befungsi sebagai sensor yang akan mengirimkan data sesuai keadaan fisis yang nantinya akan diolah dan direspon oleh mikrokontroler.
3. Motor DC  
Befungsi sebagai aktuator bagi penggerak roda yang dikontrol oleh mikrokontroler.
4. Battery  
Befungsi sebagai *power supply*, pada sistem minimum arduino mega asupan listrik bisa diambil langsung memanfaatkan kabel serial yang disediakan sebesar 12V.

### 2.2 Perancangan Perangkat Lunak (*software*)

Perancangan software merupakan proses pembuatan program yang akan digunakan untuk mengontrol kerja hardware. Program ini berperan dalam pengakuisisian data dari sensor ke mikrokontroler, serta menampilkan dan menyimpan hasil. Program yang dibuat menggunakan bahasa C dengan software Arduino IDE. Pada program ini terdiri atas beberapa bagian yaitu inialisasi library yang akan digunakan dalam program serta inialisasi variabel yang akan digunakan. Kemudian, melakukan listing program yang menentukan I/O dan konektifitas sensor.

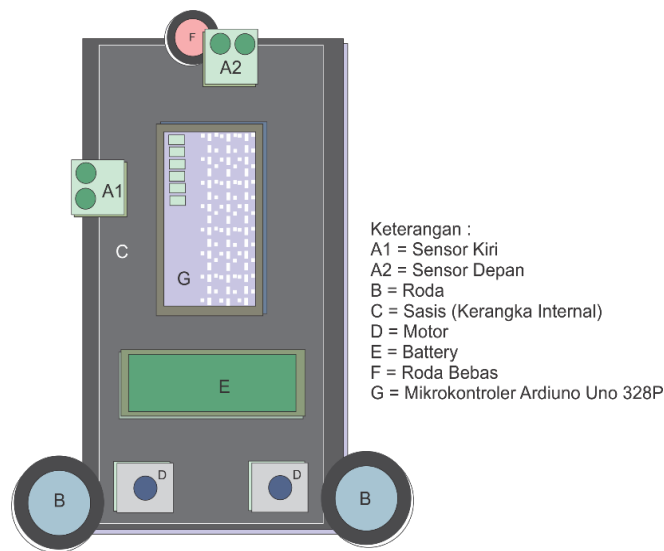
Dan yang terakhir yaitu melakukan listing program utama yang mengontrol hardware sesuai dengan perintah yang diberikan. Proses pengelolaan data yang didapat oleh sensor (data integer) akan diubah menjadi string sehingga dapat dibaca pada serial

monitor. Berikut merupakan diagram alir proses pengelolaan data yang digunakan pada mikrokontroler, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar 2. Flowchart Proses Pengelolaan Data**

Kemudian berdasarkan block diagram yang telah dibuat akan dikembangkan menjadi sebuah prototype dari *wall follower robot* seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 berikut.

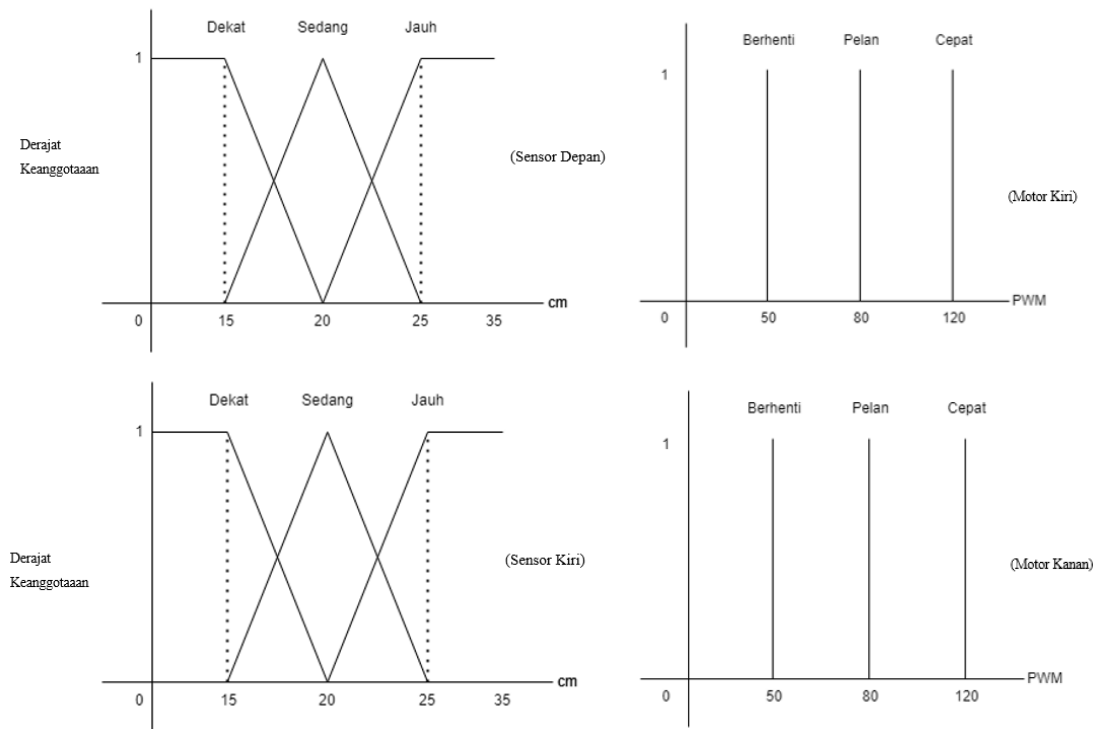


**Gambar 3. Prototype Wall Follower Robot**

Pada gambar 3 menunjukkan perancangan prototype dari *wall follower robot* pada gambar tersebut telah ditunjukkan beberapa komponen seperti yang ditunjukkan pada notasi A merupakan sensor yang berada pada bagian kiri dan depan rancangan robot. Kemudian notasi B merupakan *motor DC*, lalu notasi C merupakan Sasis atau kerangka internal robot selanjutnya yaitu notasi D merupakan *driver motor*. Lalu notasi E merupakan Battery yang akan menampilkan output yang sudah dikelola oleh mikrokontroler. Selanjutnya notasi F merupakan roda bebas. Dan yang terakhir yaitu G merupakan mikrokontroler ATmega 328P.

### 2.3 Desain Kontrol

Perancangan sistem kontrol pada robot *wall follower* ini menggunakan sistem kendali *fuzzy*. *Fuzzy* yang digunakan yaitu algoritma *fuzzy* sugeno, algoritma ini berfungsi untuk mengambil data dari gerakan robot mobil sepanjang dinding kemudian dimasukkan ke dalam dan dibuat bentuk *fuzzy* berupa kode program yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler. Nilai variabel linguistik dalam himpunan *fuzzy* didasarkan pada kategori jarak dekat, sedang dan jauh. Himpunan *fuzzy* yang dibuat ada dua himpunan yang digunakan untuk input pada bagian depan sensor dan input sensor pada bagian kiri. Berikut ini menunjukkan fungsi keanggotaan masukkan (input) sensor yang ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Inpur Sensor dan Motor**

Kemudian setelah membuat fungsi keanggotaan untuk input motor, maka selanjutnya yaitu mendefinisikan navigasi untuk pergerakan robot. tabel 1 menunjukkan tabel navigasi untuk pergerakan robot.

**Tabel 1. Navigasi Pergerakan Robot**

S. Depan \ S. Kiri	Dekat	Sedang	Jauh
Dekat	Belok Kanan	Belok Kanan	Belok Kanan
Sedang	Serong Kanan	Maju	Serong Kiri
Jauh	Serong Kanan	Maju	Serong Kiri

Kemudian berikut merupakan *fuzzy* rule base yang digunakan untuk output dari nilai sensor yang telah didapatkan, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 dan 3.

**Tabel 2. Rule Base pada Roda Kiri**

Rule	Sensor Kiri		
	Dekat	Sedang	Jauh
Sensor Depan	Dekat	Cepat	Cepat
	Sedang	Cepat	Pelan
	Jauh	Cepat	Pelan

**Tabel 3 Rule Base pada Roda Kiri**

Rule	Sensor Kiri		
	Dekat	Sedang	Jauh
Sensor Depan	Dekat	Berhenti	Berhenti
	Sedang	Pelan	Cepat
	Jauh	Pelan	Cepat

Pada tabel 2 dan 3 *rule base* horizontal menunjukkan *rule base* untuk sensor kiri sedangkan *rule base* vertikal menunjukkan rule untuk sensor depan. Lalu *rule base* tersebut jika dituliskan dalam bentuk atau format IFxTHEN sesuai dengan masing-masing sensor yang ada, seperti yang ditunjukkan pada tabel 4 dan 5 berikut.

**Tabel 4. Rule Base Format IFxTHEN Motor Kiri**

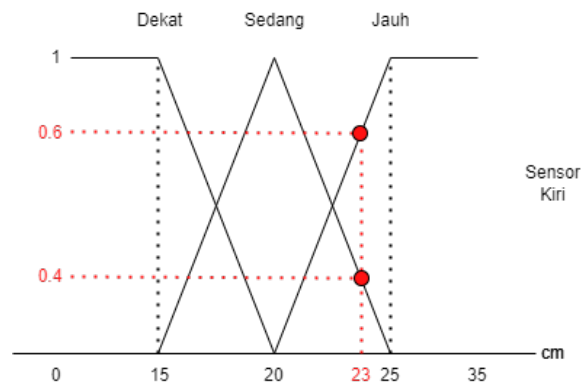
No	Rule Base
1	Jika Sensor Kiri dekat dan Sensor depan dekat, Maka speed motor cepat
2	Jika Sensor Kiri sedang dan Sensor depan dekat, Maka speed motor cepat
3	Jika Sensor Kiri jauh dan Sensor depan dekat, Maka speed motor cepat
4	Jika sensor kiri dekat dan sensor depan sedang, Maka speed motor cepat
5	Jika sensor kiri sedang dan sensor depan sedang, Maka speed motor cepat
6	Jika sensor kiri jauh dan sensor depan sedang, Maka speed motor pelan
7	Jika sensor kiri dekat dan sensor depan jauh, Maka speed motor cepat
8	Jika sensor kiri sedang dan sensor depan jauh, Maka speed motor cepat
9	Jika sensor kiri jauh dan sensor depan jauh, Maka speed motor pelan

**Tabel 5. Rule Base Format IFxTHEN Motor Kanan**

No	Rule Base
1	Jika Sensor Kiri dekat dan Sensor depan dekat, Maka speed motor berhenti
2	Jika Sensor Kiri sedang dan Sensor depan dekat, Maka speed motor berhenti
3	Jika Sensor Kiri jauh dan Sensor depan dekat, Maka speed motor berhenti
4	Jika sensor kiri dekat dan sensor depan sedang, Maka speed motor pelan
5	Jika sensor kiri sedang dan sensor depan sedang, Maka speed motor cepat
6	Jika sensor kiri jauh dan sensor depan sedang, Maka speed motor cepat
7	Jika sensor kiri dekat dan sensor depan jauh, Maka speed motor pelan
8	Jika sensor kiri sedang dan sensor depan jauh, Maka speed motor cepat
9	Jika sensor kiri jauh dan sensor depan jauh, Maka speed motor cepat

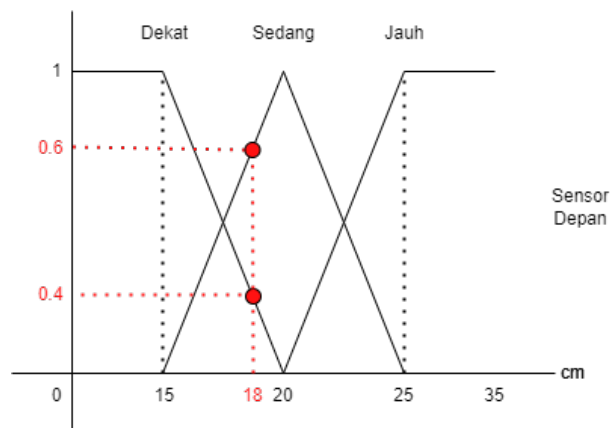
## 2.4 Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah suatu proses untuk mengubah suatu masukan dari bentuk tegas (crisp) menjadi fuzzy yang biasanya disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy dengan suatu fungsi keanggotaannya masing-masing. Setelah melalui perhitungan untuk mencari nilai fuzzyfikasi menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy mengenai sensor yang telah dibuat maka dapat di tentukan berdasarkan rentang jarak 15cm hingga 35cm bahwa untuk sensor kiri berada pada 23 cm dan sensor depan berada pada 18cm. Berikut merupakan fungsi keanggotaan sensor depan sensor kiri setelah di fuzzyfikasi. Gambar 4 menunjukkan keanggotaan sensor depan kiri dimana pada rentang jarak antara 15cm hingga 35cm sensor kiri tersebut berada pada 23cm.



Gambar 4. Grafik Fuzzyfikasi Input Sensor Kiri

Kemudian gambar 5 menunjukkan grafik fuzzyfikasi input sensor depan dimana pada rentang jarak 15cm hingga 35cm sensor depan tersebut berada pada 18cm, seperti yang ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 5. Grafik Fuzzyfikasi Input Sensor Depan

Adapun nilai pada fungsi keanggotaan sensor depan dan kiri diperoleh berdasarkan perhitungan untuk menentukan fungsi keanggotaan sensor kiri dan depan sebagai berikut.

$$\text{Sensor kiri : grafik dekat : } \mu = \frac{(20-18)}{5} = 0.4$$

$$\text{Sensor kiri : grafik sedang : } \mu = \frac{(18-15)}{5} = 0.6$$

$$\text{Sensor depan : grafik sedang : } \mu = \frac{(25-23)}{5} = 0.4$$

$$\text{Sensor depan : grafik Jauh : } \mu = \frac{(23-20)}{5} = 0.6$$

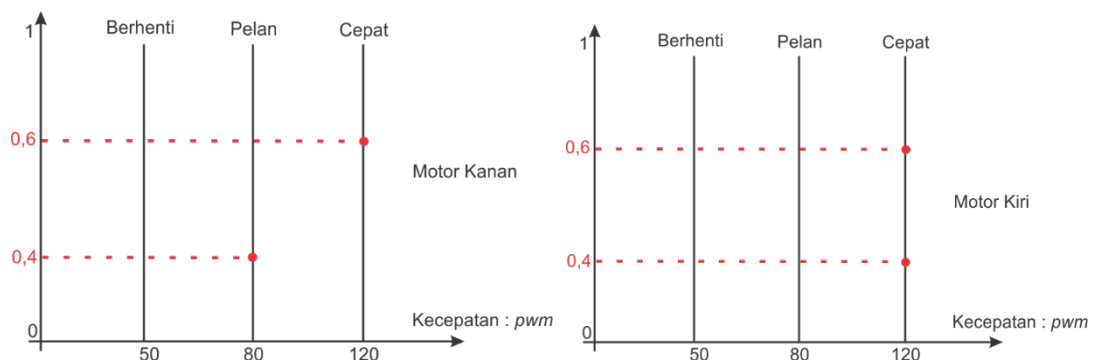
Kemudian tabel 6 merupakan berdasarkan *rule base* yang telah dibuat maka diperoleh nilai untuk masing-masing *rule base* pada sensor kiri dan depan untuk serong ke kanan yaitu 0,4 serta untuk maju yaitu 0,6 pada berdasarkan hasil perhitungan fuzzyfikasi yang telah dilakukan.

**Tabel 6. Rule Base Format IFxTHEN**

No	Rule Base	Fuzzyfikasi
1	Jika sensor kiri dekat dan sensor depan sedang, Maka akan serong ke kanan	0.4
2	Jika sensor kiri dekat dan sensor depan Jauh, Maka akan serong ke kanan	0.4 (minimum)
3	Jika sensor kiri Sedang dan sensor depan Sedang, Maka akan Maju	0.4 (minimum)
4	Jika sensor kiri Sedang dan sensor depan Jauh, Maka akan Maju	0.6

## 2.5 Defuzzyfikasi

*Defuzzyfikasi* merupakan langkah terakhir dalam suatu sistem logika *fuzzy* dimana tujuannya adalah mengkonversi setiap hasil dair *inference engine* yang diekspresikan dalam bentuk *fuzzy set* kesuatu bilangan real, hasil konversi tersebut merupakan aksi yang diambil oleh sistem kendali logika *fuzzy*. Berdasarkan nilai yang telah didapatkan pada perhitungan fuzzyfikasi, tahap selanjutnya yaitu melakukan defuzzyfikasi terhadap kecepatan pada output motor. Gambar 6 menunjukkan defuzzyfikasi terhadap output motor kiri dan kanan.



**Gambar 6. Grafik Defuzzyfikasi Output Motor Kanan dan Kiri**

Berdasarkan gambar 6 nilai pada motor kiri cepat dan motor kanan pelan yaitu 0,4 sedangkan motor kiri dan kanan cepat yaitu 0,6. Selanjutnya yaitu melakukan perhitungan terhadap kecepatan motor kiri dan kanan untuk mencari nilai kecepatan motor kiri dan kanan untuk dikeluarkan sebagai output nantinya, tahapan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Motor Kiri, Kecepatan : } \frac{(0.4 \times 120) + (0.6 \times 120)}{0.4 + 0.6} = 120 \text{ pwm}$$



$$\text{Motor Kanan, Kecepatan} : \frac{(0.4 \times 80) + (0.6 \times 120)}{0.6 + 0.4} = 104 \text{pwm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan pada motor kiri dan kanan diperoleh nilai 100pwm pada motor kiri dan 90pwm pada motor kanan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pengujian Pada Sensor Robot Wall Follower

Pengujian sensor ini berguna untuk mengetahui karakteristik sensor yang digunakan serta membandingkan tegangan output antara rangkaian sensor depan dan sensor kiri. Pengujian ini untuk menguji hasil yang didapatkan pada sensor serta membandingkannya dengan hasil kenyataannya yaitu yang dihasilkan oleh penggaris. Tujuannya untuk mengetahui keakuratan sensor pada robot *wall follower*. Berikut merupakan hasil pengujian data sensor.

**Tabel 7 Pengujian Rangkaian Sensor pada Robot**

No	Jarak Objek Dari Penggaris	Jarak Objek Dari Sensor	Selisih	% Error
1	2	2,00	0.00	0.00%
2	3	3,00	0.00	0.00%
3	4	4,00	0.00	0.00%
4	5	5,00	0.00	0.00%
5	6	6,00	0.00	0.00%
6	7	7,00	0.00	0.00%
7	8	8,00	0.00	0.00%
8	9	9,00	0.00	0.00%
9	10	10,00	0.00	0.00%
10	11	11,00	0.00	0.00%
11	12	12,00	0.00	0.00%
12	13	13,00	0.00	0.00%
13	14	14,00	0.00	0.00%
14	15	15,00	0.00	0.00%
15	16	16,00	0.00	0.00%
16	17	17,00	0.00	0.00%
17	18	18,00	0.00	0.00%
18	19	19,00	0.00	0.00%
19	20	20,00	0.00	0.00%
20	21	21,00	0.00	0.00%
Rata-rata error				0,00%

Tabel 7 merupakan hasil pengukuran mengenai jarak objek dari penggaris dan jarak objek dari sensor dengan tujuan mengetahui keakuratan sensor pada robot *wall follower*, pada tabel tersebut juga di jelaskan mengenai selisih dan error dari masing-masing sensor serta hasil bandingannya dengan kenyataan. Tabel 7 juga terdiri atas 20 data pengukuran dimulai dari jarak 2cm hingga 21 cm dengan masing-masing pengukuran terdapat besaran error dan selisihnya.

#### 3.2 Pengujian Sistem Fuzzy Logic Robot Wall Follower

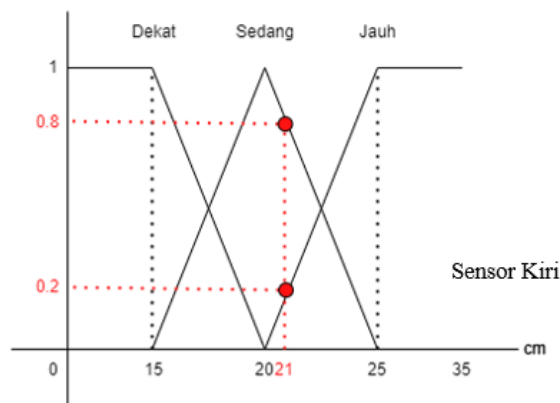
Pengujian robot wall follower dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerja robot serta performa dari sistem pergerakan robot yang telah dirancang pada bab sebelumnya terutama pada bagian sistem fuzzy logic. Dimana pada penengujian ini terdiri

dari beberapa tahapan, dari hasil pengujian akan dianalisa kinerja-kinerja dari tiap-tiap bagian sistem fuzzy logic seperti sistem fuzzy, fungsi keanggotaan, rule base dan juga hasil defuzzyfikasi yang saling berinteraksi sehingga terbentuklah sistem robot beroda yang dapat mendeteksi benda atau objek disekitar untuk menentukan jalan atau pergerakan. Pengujian yang dilakukan, kinerja robot dapat mendeteksi dengan arena yang telah ditentukan.

Untuk mengetahui karakteristik dari robot dilakukan pengujian-pengujian yang digunakan sebagai parameter yang berkaitan dalam sistem pergerakan robot dan kemampuan penginderaan sensor pada robot. Berikut merupakan hasil pengujian masing-masing komponenn pendukung dalam sistem fuzzy logic. Pengujian pada sistem fuzzy ini dilakukan menggunakan beberapa studi kasus, dengan tujuan data yang akan didapatkan akan lebih akurat karena dilakukan menggunakan studi kasus sederhana yang telah dibuat, berikut merupakan percobaan pengujian dari sistem fuzzy menggunakan studi kasus sederhana disertai hasil dari pengujian tersebut.

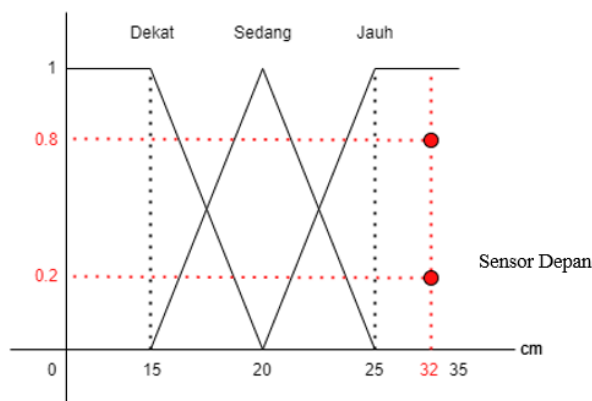
### Studi Kasus

Pada kasus kedua ini pengujian di lakukan dengan diketahui beberapa data yaitu sensor kiri berada pada 21cm dan depan pada 32cm, gambar 7 menunjukkan keanggotaan sensor depan kiri dimana pada rentang jarak antara 15cm hingga 35cm sensor kiri tersebut berada pada 32cm.



Gambar 7. Grafik Fungsi Keanggotaan untuk Sensor Kiri

Kemudian gambar 8 menunjukkan grafik fuzzyfikasi input sensor depan dimana pada rentang jarak 15cm hingga 35cm sensor depan tersebut berada pada 32cm, seperti yang ditunjukkan gambar berikut.



Gambar 8. Grafik Fungsi Keanggotaan untuk Sensor Depan

Adapun nilai pada fungsi keanggotaan sensor depan dan kiri diperoleh berdasarkan perhitungan untuk menentukan fungsi keanggotaan sensor kiri dan depan sebagai berikut.

$$\text{Sensor kiri : Sedang : } \mu = \frac{25-21}{5} = 0.8$$

$$\text{Sensor kiri : Jauh : } \mu = \frac{21-20}{5} = 0.2$$

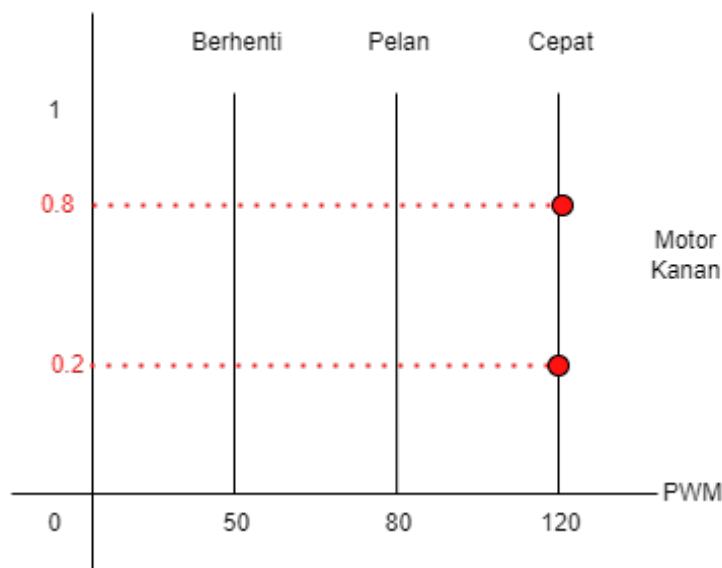
$$\text{Sensor Depan : Jauh : } \mu = 1$$

Lalu setelah data keanggotaan fuzzy ditemukan berdasarkan data jarak pada kasus ini selanjutnya yaitu melakukan penentuan rule base fuzzy terhadap kasus ini, seperti yang ditunjukkan pada tabel 8 berikut.

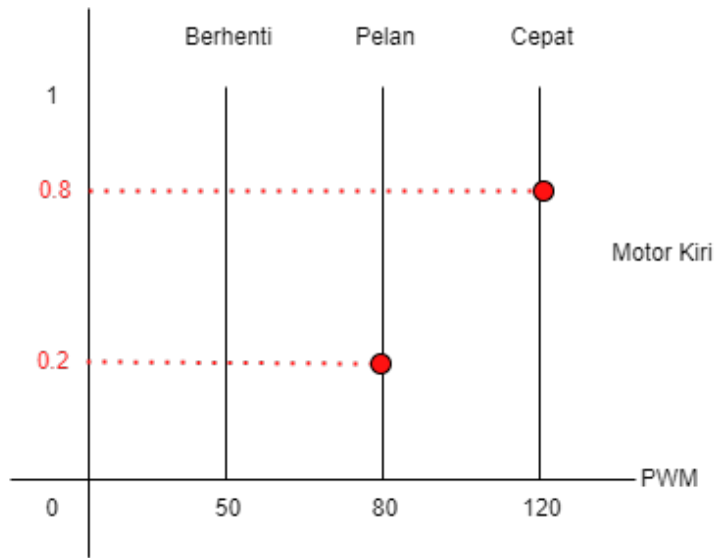
**Tabel 8. Rule Base Format IFxTHEN**

No	Rule Base	Fuzzyfikasi
1	Jika sensor kiri sedang dan sensor depan jauh, Maka Maju	0.8(minimum)
2.	Jika sensor kiri Jauh dan sensor depan jauh, Maka Serong ke kiri	0.2(minimum)

Kemudian tabel 8 merupakan berdasarkan *rule base* yang telah dibuat maka diperoleh nilai untuk masing-masing rule base pada sensor kiri dan depan untuk maju yaitu 0,8 serta untuk serong kiri yaitu 0,2 pada berdasarkan hasil perhitungan fuzzyfikasi yang telah dilakukan. Berdasarkan tabel 8, selanjutnya yaitu Gambar 9 menunjukkan defuzzyfikasi terhadap output motor kiri dan kanan berdasarkan hasil perhitungan fuzzyfikasi sebelumnya.



**Gambar 9. Grafik Defuzzyfikasi Output Motor Kanan**



**Gambar 10. Grafik Defuzzyfikasi Output Motor Kiri**

Berdasarkan 8 selanjutnya yaitu melakukan perhitungan terhadap kecepatan motor kiri dan kanan untuk mencari nilai kecepatan motor kiri dan kanan untuk dikeluarkan sebagai output nantinya, tahapan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Motor kiri, Kecepatan} = \frac{(0.8 \times 120) + (0.2 \times 80)}{0.8 + 0.2} = 112 \text{ pwm}$$

$$\text{Motor Kanan, Kecepatan} = \frac{(0.8 \times 120) + (0.2 \times 120)}{0.8 + 0.2} = 120 \text{ pwm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan pada motor kiri dan kanan diperoleh nilai  $112\text{pwm}$  pada motor kiri dan  $120\text{pwm}$  pada motor kanan. Lalu ketika diujikan kedalam arduino maka diperoleh hasil sebagai berikut seperti yang ditunjukkan pada gambar 11.

```
Sensor Kiri : 21      Sensor Depan : 32
Hasil Kiri Dekat : 0.00 Hasil Depan Dekat : 0.00
Hasil Kiri Sedang : 0.80      Hasil Depan Sedang : 0.00
Hasil Kiri Jauh : 0.20      Hasil Depan Jauh : 1.00
Motor Kiri : 112.00      Motor Kanan : 120.00
```

**Gambar 11 Hasil Pengujian pada Mikrokontroler**

Kesimpulan dari pengujian yang telah dilakukan yaitu kecepatan motor kiri dan kanan akan menyesuaikan berdasarkan jarak yang diperoleh pada sensor baik sensor kiri maupun sensor depan, jarak yang diperoleh tersebut kemudian di proses pada mikrokontroler menggunakan metode perhitungan fuzzy yang dikirim ke mikrokontroler untuk yang telah diterapkan untuk menghasilkan kecepatan motor terotomatisasi sehingga bisa menyesuaikan jarak yang diperoleh.

#### 4. SIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil dilakukan pengaplikasian mikrokontroler dan sensor pada pembuatan wall follower robot dengan menggunakan fuzzy logic dimana robot akan bergerak menyusuri dinding dengan menghindari objek berdasarkan jarak yang telah ditentukan pada klasifikasi fuzzy logic.

Dalam rangkaian eksperimen pada penelitian dari perancangan dan implementasi robot wall follower menggunakan fuzzy logic, dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu sebagai berikut:

5. Robot wall follower dirancang dengan menggunakan beberapa bagian komponen, yaitu komponen input proses dan keluaran. Dimana komponen input berfungsi sebagai transduser atau media penginderaan untuk mengetahui jarak terhadap objek yang ada disekitarnya. Kemudian untuk melakukan proses menggunakan logika fuzzy yang diaplikasikan pada komponen mikrokontroler. Kemudian komponen output menggunakan motor yang digunakan sebagai media penggerak.
6. Perancangan logika fuzzy yang dibuat menggunakan fuzzy logic dimana nilai variabel linguistik didasarkan pada kategori jarak yaitu dekat, normal dan jauh dengan nilai jarak 15cm, sedang 20cm dan jauh 25cm.
7. Wall follower robot dapat distabilkan pada saat bergerak, dengan cara mengatur kecepatan putaran dari roda mobil, dimana kecepatan yang diatur adalah fuzzy logic. Dimulai dari sensor memberikan nilai masukkan jarak robot terhadap dinding, kemudian fuzzy logic melakukan pemrosesan dan memberikan keluaran berupa nilai kecepatan yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran roda mobil.
8. Desain fuzzy logic diimplementasikan kedalam mikrokontroler pada wall follower robot yang digunakan untuk mengendalikan wall follower robot terhadap objek disekitarnya.
9. Desain fuzzy logic diimplementasikan kedalam mikrokontroler pada wall follower robot yang digunakan untuk mengendalikan wall follower robot terhadap objek disekitarnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rendyansyah, A. P. P. Prasetyo, and K. Exaudi, "Implementasi Fuzzy Logic dan Trajectory Pada Manipulator Mobile Robot Untuk Deteksi Kebocoran Gas," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 15, no. 1, Apr. 2019, doi: 10.17529/jre.v15i1.12373.
- [2] S. Shirafuji and J. Ota, "Kinematic Synthesis of a Serial Robotic Manipulator by Using Generalized Differential Inverse Kinematics," *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 35, no. 4, pp. 1047–1054, Aug. 2019, doi: 10.1109/TRO.2019.2907810.
- [3] K. Kunal, A. Z. Arfianto, J. E. Poetro, F. Waseel, and R. A. Atmoko, "Accelerometer Implementation as Feedback on 5 Degree of Freedom Arm Robot," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 1, no. 1, 2020, doi: 10.18196/jrc.1107.
- [4] F. D. Afriadi, "DESAIN DAN IMPLEMENTASI KONTROL PID (PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE) PADA ROBOT WALL FOLLOWER."
- [5] A. Y. E. Dodu, Amriana, and Firmansyah, "Perancangan Robot Pemadam Api Wall Follower Beroda dengan Metode Fuzzy Logic (Studi Kasus : Simulasi Kebakaran pada Komplek Perumahan Citraland Kota Palu)," *JURNAL ILMIAH INFORMATIKA GLOBAL*, vol. Vol. 10, no. No. 02, 2019.
- [6] D. Hartanto and S. Raharo, "Visual Downloader untuk Microcontroller ATmega8535," *Yogyakarta : Andi*, 2005.
- [7] A. A. Alphonse, A. A. Abbas, A. M. Fathy, N. S. Elsayed, H. H. Ammar, and M. M. Elsamanty, "Modelling of Continuum Robotic Arm Using Artificial Neural Network

- (ANN)," in *2019 Novel Intelligent and Leading Emerging Sciences Conference (NILES)*, IEEE, Oct. 2019, pp. 191–195. doi: 10.1109/NILES.2019.8909308.
- [8] A. Tatoglu, C. Campana, J. Nolan, and G. Toloczko, "Fuzzy Logic Controller Design of a Single Stage Fluid Valve Based Robotic Arm," in *Volume 7B: Dynamics, Vibration, and Control*, American Society of Mechanical Engineers, Nov. 2020. doi: 10.1115/IMECE2020-24145.
- [9] D. Dairoh, M. Khambali, and T. Mustofa, "Implementasi Fuzzy Logic dalam Pembuatan Kontrol Navigasi Mobile Robot," *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, vol. 16, no. 1, p. 9, May 2019, doi: 10.20527/flux.v16i1.4717.
- [10] I. K. WIBOWO, D. PRESTIAN, and F. ARDILLA, "Kontrol Keseimbangan Robot Hexapod EILERO menggunakan Fuzzy Logic," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 9, no. 3, p. 533, Jul. 2021, doi: 10.26760/elkomika.v9i3.533.
- [11] R. Rendyansyah, A. P. P. Prasetyo, K. Exaudi, A. W. Sempurna, and B. Sudrajat, "Pengembangan Olfactory Hexapod Robot Untuk Mendeteksi Kebocoran Sumber Aroma," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 2, p. 160, Aug. 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i2.112851.
- [12] N. Zenita, "Implementation of a 3-wheeled Wall Following Robot Navigation System using Coppelia," *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, vol. 3, no. 01, pp. 63–77, Mar. 2022, doi: 10.31328/jasee.v3i01.4.
- [13] AGUS, "ANALISIS ALGORITMA UNTUK MENGIDENTIFIKASI RUANGAN PADA MAP KONTES ROBOT PEMADAM API INDONESIA MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY," *Jurnal Processor*, vol. 14, no. 1, pp. 1–13, Apr. 2019, doi: 10.33998/processor.2019.14.1.557.
- [14] I. Prasojo, P. T. Nguyen, O. Tanane, and N. Shahu, "Design of Ultrasonic Sensor and Ultraviolet Sensor Implemented on a Fire Fighter Robot Using AT89S52," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/jrc.1212.
- [15] A. Latif, H. A. Widodo, R. Rahim, and K. Kunal, "Implementation of Line Follower Robot based Microcontroller ATmega32A," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 1, no. 3, 2020, doi: 10.18196/jrc.1316.
- [16] A. Y. E. Dodu, A. Amriana, and F. Firmansyah, "Perancangan Robot Pemadam Api Wall Follower Beroda dengan Metode Fuzzy Logic (Studi Kasus : Simulasi Kebakaran pada Komplek Perumahan Citraland Kota Palu)," *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, vol. 10, no. 2, Dec. 2019, doi: 10.36982/jiig.v10i2.852.
- [17] L. N. Kholida and A. Pramono, "PEMBUATAN ROBOT PENJEJAK DINDING DAN PEMADAM API OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE FUZZY," *CAHAYAtech*, vol. 8, no. 1, p. 69, Jul. 2019, doi: 10.47047/ct.v8i1.19.
- [18] G. F. Fitriana and Rifki Adhitama, "Performansi Navigasi Robot Leader-Follower menggunakan Algoritma Logika Fuzzy Interval Tipe 2," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, vol. 3, no. 3, pp. 371–376, Dec. 2019, doi: 10.29207/resti.v3i3.1094.